《电力拖动自动控制系统》课程教学大纲

一、基本信息

课程中文名称: 电力拖动自动控制系统

课程英文名称：Electric Drive Automatic Control System

课程代码：19224501

课程性质：专业核心课

学分：2.5 总学时：48 （其中理论：40 实验：8 上机：0 实践：0 ）

适用学院及专业：电气工程及其自动化

先修课程：自动控制理论、现代控制理论、电力电子技术、电机与拖动（电机学）、单片机原理与应用、电气控制技术等

开课学院、部、中心：控制与机械工程学院、自动化系

二、课程地位与作用

 电力拖动自动控制系统是自动化专业的一门专业核心课。该课程在自动控制理论的基础上，以电机控制系统为对象，以研究系统的控制规律为主线，主要讲述交、直流电机控制系统的结构、组成、工作原理和动静态性能，学习电力拖动自动控制系统的设计方法，并介绍典型系统和应用实例。通过本课程的学习，学生应掌握电力拖动自动控制系统的基本知识、掌握交直流电机典型自动控制系统的工作原理及运用，掌握交直流电机调速系统的系统分析、工程设计方法，学会将自动控制的理论和方法应用到交、直流电动机调速系统中。培养学生综合运用所学知识、解决实际问题的能力，为成为电气自动化的工程人员打下良好的理论基础。

三、课程教学目标

通过本课程的教学，使学生具备下列能力：
 课程目标1了解电力拖动自动控制技术的发展、应用以及在本专业学科领域的地位和作用；（支撑课程目标1）

课程目标2掌握电力拖动自动控制系统的基本概念、组成、转矩控制规律；（支撑课程目标1）

课程目标3熟练掌握直流调速系统的使用基本分析设计方法；（支撑课程目标2）

课程目标4掌握控制系统的结构设计及基本调节器参数设计；（支撑课程目标3）

课程目标5掌握电力拖动自动控制系统的电气设计原理和调试方法；（支撑课程目标4）

课程目标6掌握交、直流电机控制系统的组成和调试方法，系统参数的测量和整定方法；（支撑课程目标6）

课程目标7加深理解电力电子技术、电机与拖动、计算机控制技术在电力拖动中的应用范围和发展动向；（支撑课程目标1、6）

课程教学目标与毕业要求的关系矩阵

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| 教学目标 | 毕业要求指标点 | 教学方式 | 考核方式 |
| 工程知识 | 指标点1、工程知识：能够将数学、自然科学、工程基础和专业知识,形成电气工程及其自动化专业知识体系，并运用所学知识解决电气工程及其控制过程中的复杂工程问题；指标点2、问题分析：能够应用数学、自然科学和工程科学的基本原理和方法，结合文献研究分析对机电系统设计、传动与控制中的复杂工程问题进行识别、表达与分析，以获得有效结论。指标点3、设计/开发解决方案：能够综合运用本专业工程基础知识与专业知识，并运用创新方法与工具，电力系统运行及电气设备设计等工程问题提出解决方案，进行供配电设计、电机拖动与控制系统设计、电力系统安全稳定运行，并综合考虑环境与社会、安全与健康、法律与文化等因素。指标点4、研究：能够基于机电系统设计、制造及其自动化系统中的科学原理并采用科学方法对复杂工程问题进行研究，能够制定实验方案与实施实验、分析与解释数据，能够综合理论分析、文献研究和实验数据得到合理有效的结论。指标点6、工程与社会：能够基于工程相关背景知识分析与评价机电产品制造过程、产品应用及复杂工程问题解决方案对社会、健康、安全、法律以及文化的影响，并理解应承担的责任。 | 课堂讲授、课后答疑、课后讨论、上网查阅相关资料和课程作业 | 课程期末考试，课程作业 |

四、主要教学内容

 第1章 绪论（1学时，支撑课程目标1）

通过本章学习，要求学生

1．掌握电力拖动自动控制系统的基本概念、组成、转矩控制规律。

2．了解电力拖动自动控制系统的历史及发展情况。

3. 熟悉生产机械的负载转矩特性。

 第2章 转速反馈控制的直流调速系统（13学时，支撑课程目标1、2、3）

一、教学基本要求

通过本章学习，要求学生

1.掌握直流调速系统用的可控直流电源及其原理、动态数学模型，了解V-M系统、直流PWM调速系统的特点。

2.熟悉调速系统的稳态性能指标，熟记其计算公式，熟练掌握直流调速系统的机械特性。

3.掌握反馈控制直流调速系统的组成、工作原理、稳态结构框图及静特性分析、动态数学模型及动态分析，掌握积分、比例积分控制规律。

4.熟悉直流调速系统的数字控制问题。

5.掌握电流截止负反馈环节的工作原理及带电流截止负反馈直流调速系统的静特性。

6.熟悉调速系统的仿真过程。

二、教学内容

2.1 直流调速系统用的可控直流电源 （1学时）

1. V-M系统的触发脉冲相位控制、电流波形连续与断续、

2. V-M系统的原理及其机械特性，晶闸管触发与整流装置的数学模型旋转变流机组原理及静止可控整流器优缺点

2.2 稳态调速性能指标和直流调速系统的机械特性（2学时）

稳态调速性能指标、直流调速系统的机械特性

2.3转速反馈控制的直流调速系统 （8学时）

1.转速反馈控制直流调速系统的数学模型

2.比例控制直流调速系统的静特性、反馈控制规律

3.积分、比例积分控制规律

2.5反馈控制直流调速系统的限流保护（2学时）

1.转速反馈控制直流调速系统的过电流问题

2.电流截止负反馈环节的工作原理及其输入输出特性

3.带电流截止负反馈的直流调速系统稳态分析、参数计算

 第3章 转速、电流反馈控制的直流调速系统 （14学时，支撑课程目标2、3、4）

一、教学基本要求

通过本章学习，要求学生

1．掌握转速、电流反馈控制直流调速系统的组成及其静特性、起动过程分析。

2. 熟悉转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型、动态抗扰性能分析。

3．熟悉调节器的工程设计方法。

二、教学内容

3.1转速、电流反馈控制直流调速系统的组成及其静特性（3学时）

1.转速、电流反馈控制直流调速系统的组成

2.系统稳态结构图与参数计算、静特性分析

3.2转速、电流反馈控制直流调速系统的数学模型与动态过程分析（5学时）

1.系统起动过程分析

2.系统动态抗扰性能分析、调节器的作用

3.3转速、电流反馈控制直流调速系统的设计（6学时）

1.控制系统的动态性能指标

2.调节器工程设计方法的基本思路

3.典型Ⅰ型、Ⅱ型系统参数与系统动态性能指标之间的关系，按工程设计法设计转速、电流反馈控制直流调速系统的调节器

 第5章 基于稳态模型的异步电动机调速系统 （12学时，支撑课程目标2、3、4、6）

一、教学基本要求

通过本章学习，要求学生

1．了解异步电动机的稳态数学模型，熟悉异步电动机的调速方法。

2．掌握异步电动机调压调速的机械特性，转速闭环控制的交流调压调速系统组成、静特性

3．掌握变压变频调速的基本原理及其机械特性，变频器的基本结构，SPWM技术。

4. 了解转速开环变压变频调速系统结构及实现。

5. 掌握转差频率控制的概念及特点，了解转差频率控制系统结构及性能分析。

5.1异步电动机的稳态数学模型和调速方法（1学时）

1.异步电动机的稳态数学模型

2.异步电动机的调速方法及气隙磁通

5.2异步电动机的调压调速 （1学时）

1. 系统主电路、调压调速的机械特性

2.闭环控制的调压调速系统

5.3异步电动机的变压变频调速（2学时）

1.变压变频调速的基本原理、机械特性

2.基频以下的电压补偿控制

5.4电力电子变压变频器 （2学时）

1.变频器的结构分类，交-直-交PWM变频器主电路

2.SPWM技术

3.消除指定谐波的PWM控制技术、电流跟踪PWM控制技术

5.5转速开环变压变频调速系统 （2学时）

系统结构及实现

5.6转速闭环转差频率控制的变压变频调速系统 （4学时）

1.转差频率控制的基本概念及特点

2.系统结构及性能分析

 [实验一 不可逆单闭环直流调速系统静特性的研究](#_Toc383068782)（3学时）

一．实验目的

1．研究晶闸管直流电动机调速系统在反馈控制下的工作。

2．研究直流调速系统中速度调节器ASR的工作及其对系统静特性的影响。

3．学习反馈控制系统的调试技术。

二．实验内容

1．移相触发电路的调试

2．求取调速系统在无转速负反馈时的开环工作机械特性。

3．带转速负反馈有静差工作的系统静特性

4．测取调速系统在带转速负反馈时的无静差闭环工作的静特性

 [实验二 双闭环晶闸管不可逆直流调速系统](#_Toc383068783)（2学时）

一．实验目的

1．了解双闭环不可逆直流调速系统的原理，组成及各主要单元部件的原理。

2．熟悉电力电子及教学实验台主控制屏的结构及调试方法。

3．熟悉调速系统控制单元，触发电路及晶闸管主回路的结构及调试方法

4．掌握双闭环不可逆直流调速系统的调试步骤，方法及参数的整定。

二. 实验内容

1.检查晶闸管的脉冲是否正常。

2．双闭环调速系统调试原则

（1）先部件，后系统。即先将各单元的特性调好，然后才能组成系统。

（2）先开环，后闭环，即使系统能正常开环运行，然后在确定电流和转速均为负反馈时组成闭环系统。

（3）先内环，后外环。即先调试电流内环，然后调转速外环。

（4）先静态，后动态，即先进行静态性能指标测试，再进行动态性能调试。

3．速度调节器（ASR）的调试

4．电流调节器（ACR）的调试

5．开环外特性的测定

6．系统调试

（1）电流环调试

（2）速度变换器的调试

7．系统特性测试

机械特性n=f（Id）的测定

8．系统动态波形的观察（这步不一定能做，没有慢扫描示波器）

用二踪慢扫描示波器观察动态波形，用数字示波器记录动态波形。在不同的调节器参数下，观察，记录下列动态波形：

（1）突加给定起动时，电动机电枢电流波形和转速波形。

（2）突加额定负载时，电动机电枢电流波形和转速波形。

（3）突降负载时，电动机电枢电流波形和转速波形。

注：电动机电枢电流波形的观察可通过ACR的第“1”端

 转速波形的观察可通过ASR的第“1”端

 [实验三 双闭环三相异步电动机调压调速系统](#_Toc383068786)（3学时）

一．实验目的

1．熟悉相位控制交流调压调速系统的组成与工作。

2．了解并熟悉双闭环三相异步电动机调压调速系统的原理及组成。

3．了解绕线式异步电动机转子串电阻时在调节定子电压调速时的机械特性。

4．通过测定系统的静特性和动态特性进一步理解交流调压系统中电流环和转速环的作用。

二．实验内容

1．移相触发电路的调试（主电路未通电）

2．控制单元调试

3．求取调速系统在无转速负反馈时的开环工作机械特性。

4．系统调试

5．系统闭环特性的测定

（1）测出闭环静特性n =f(M)。

（2）系统动态特性的观察（这一步不一定能做，没有慢扫描示波器）

用慢扫描示波器观察并记录：

（1）突加给定起动电机时转速n，电机定子电流i及ASR输出Ugi的动态波形。

（2）电机稳定运行，突加，突减负载时的n, Ugi, i的动态波形。

五、教学方法

1. 多媒体与板书相结合，优势互补；

2. 课堂上注重启发和师生互动，引导学生开阔思路，使学生由被动接收知识变为主动思考和解决问题；

3. 注重科技发展前沿，及时引入该领域发展的新技术、新热点；

六、课程考核和成绩评定方式

1. 课程考核方式：

考核方式包括期末考试、平时及作业情况考查。期末考试采用闭卷笔试。

2. 课程成绩评定标准

课程成绩=平时考核成绩×20%+期末考试成绩×70%+实验成绩×20%。

七、教材及参考文献

1、教材：

[1] 《电力拖动自动控制系统——运动控制系统》（第4版） 阮毅、陈伯时主编 机械工业出版社 2010.1

2、实验指导书

自编教材

3、主要参考教材和参考文献

[1] 《电力拖动自动控制系统》（第3版） 陈伯时主编 机械工业出版社 2003

[2] 《运动控制系统》 [尔桂花](http://www.bookschina.com/Books/allbook/allauthor.asp?stype=author&sbook=尔桂花)主编 清华大学出版社 2002

 执笔人：王贝贝 审核：董明